علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۴ (ص ۶۸۵-۶۷۷)

تأثیر کاربرد پس از برداشت اسید سالیسیلیک و ژل آلوئه‌ورا بر عمر پس از برداشت و ویژگی آنتی‌اکسیدانی انگور قزل‌ازوم

محمدرضا اصغری[۱]، لیلا احدی[۲*] و سجاد ریایی[۳]
۱، ۲ و ۳. استادیار و دانشجویان سابق کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه ارومیه
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۳۰ ـ تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۷/۱۲)

چکیده

امروزه، به دلیل تأثیرات زیانبار مواد شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست، استفاده از این مواد با محدودیت‌هایی روبه‌روست. ازاین‌رو، یافتن مواد سالم برای استفاده در فناوری پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها ضروری است. در این پژوهش، تأثیر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک (۰، ۱، ۲ میلی‌مولار) به همراه ژل آلوئه‌ورا در غلظت‌های ۰، ۲۵ درصد و ۳۳ درصد بر عمر پس از برداشت میوهٔ انگور رقم قزل‌ازوم در دمای ۰±۰/۵ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد به مدت ۴۵ و ۹۰ روز در آزمایشگاه دانشگاه ارومیه در مهرماه ۱۳۹۰ بررسی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایهٔ طرح کاملاً تصادفی و در ۶ تکرار انجام شد که هر تکرار محتوی ۵۰۰ گرم انگور بود. ویژگی‌های کیفی میوه شامل pH آب میوه، اسید قابل تیتراسیون، ویتامین ث، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فعالیت آنزیم کاتالاز و درصد کاهش وزن بررسی شد. اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد به طور معناداری سبب حفظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی و آنزیم کاتالاز میوه شدند و تأثیر معناداری بر مقدار اسیدهای آلی، ویتامین ث، درصد کاهش وزن و pH آبمیوه داشتند.

واژه‌های کلیدی: **آنزیم کاتالاز، انبارمانی، پوشش خوراکی، خصوصیات کیفی.**

مقدمه

رسیدن میوه فرایندی فیزیولوژیک از توسعه و رشد گیاهی است و تغییراتی مثل رنگ، بافت، طعم، عطر و کیفیت خوراکی در آن اثر دارند. با نزدیک‌شدن به فرایند بلوغ و رسیدگی، میوه‌ها بیشتر به آلودگی‌های قارچی حساس می‌شوند. برای حفظ و مصونیت میوه‌ها علیه حملهٔ قارچ‌ها، کشاورزان برای کنترل بیماری به‌شدت به استفاده از ترکیبات و قارچ‌کش‌های شیمیایی وابسته‌اند. به دلیل اینکه ایجاد مقاومت علیه آلودگی‌های قارچی با استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی سلامت انسان و محیط زیست را به مخاطره می‌اندازد، در سال‌های اخیر جایگزین‌های قارچ‌کش‌های شیمیایی توسعه یافته است. اسید سالیسیلیک باعث القای مقاومت گیاهی می‌شود؛ به‌طوری‌که کاربرد بیرونی اسید سالیسیلیک مقاومت علیه پاتوژن‌های کشنده و پوسیدگی پس از برداشت را تحریک می‌کند و فعال‌شدن مقاومت سیستمیک را توسط فعالیت آنزیم‌ها باعث می‌شود. گزارش کرده‌اند که کاربرد پس از برداشت اسید سالیسیلیک موجب تجمع mRNA پروتئین‌های آنتی‌اکسیدانی در انگور می‌شود (Ranjbaran *et al*., 2011). ژل آلوئه‌ورا شفاف، بی‌بو و بدون چسبندگی است و قدرت جذب زیادی دارد. این ژل کاملاً سالم و سازگار با محیط و pH آن حدوداً ۴/۵ است که می‌تواند جایگزین پوشش‌های میوه در فناوری

* تلفن: ۰۹۱۴۵۱۹۲۶۵۷
E-mail: leilaahadi85@yahoo.com

پس از برداشت باشد. ژل آلوئه‌ورا جزء پوشش‌های پلی‌ساکارید است و خاصیت کشسانی دارد که به‌راحتی در آب حل می‌شود و در تمام اطراف محصول به یک اندازه ایجاد می‌شود. این ژل به‌صورت لایه‌ای حفاظتی روی محصول عمل می‌کند و سلول‌های زیرلایهٔ حفاظتی را در مقابل صدمات مکانیکی محافظت و از اتلاف آب میوه‌ها جلوگیری می‌کند (Riaei, 2010). همچنین، این پوشش بر روزنه‌ها و عدسک‌ها تأثیر می‌گذارد و درنتیجه سرعت عبور گازها از پوست میوه را کاهش می‌دهد و مزایایی دیگر نظیر حفظ مواد معطر داخل میوه، بهبود خصوصیات ساختاری سلول ازجمله درزگیری و پوشش محل زخم و بریدگی دارد. این ژل محصول را درخشنده می‌کند و افزودن موادی مثل ویتامین‌ها و قارچ‌کش‌ها به ژل امکان‌پذیر است. ژل آلوئه‌ورا ترکیبات مختلفی دارد که مهم‌ترین آن‌ها ویتامین‌ها، آنزیم‌ها، آمینواسیدها، آنتراکوئینن‌ها، اسید سالیسیلیک و ساپونین‌ها هستند که ساپونین‌ها و اسید سالیسیلیک خاصیت ضدقارچی دارند و سبب جلوگیری از رشد و تکثیر و درنهایت، مرگ قارچ‌ها می‌شوند (Choi *et al*., 2001). تیمار ژل آلوئه‌ورا در گیلاس باعث کاهش میزان تنفس به میزان ۵۰ درصد طی ۱۶ روز انبار سرد به اضافه یک روز دمای معمولی اتاق شده است.

تأثیر مثبت ژل آلوئه‌ورا در کاهش تنفس انگورهای رومیزی به میزان ۲۵ درصد طی ۳۵ روز نگهداری در انبار سرد گزارش شده است (Martinez-Romero *et al*., 2005). همچنین، ژل آلوئه‌ورای به‌کاررفته در انگور Crimson Seedless و گیلاس StarKing از دست دادن کیفیت پس از برداشت را به تأخیر انداخت (Ergun & Satici, 2012). در میوه‌های انگور و گیلاس پوشش‌دهی با ژل آلوئه‌ورا افزایش مواد جامد محلول (TSS) را به تأخیر انداخت. در میوه‌های کلیماکتریک، مثل پاپایا، افزایش تولید اتیلن در طول رسیدگی یک فرایند فیزیولوژیکی عادی است و در میوه‌هایی که با ژل آلوئه‌ورا پوشش‌دهی شده بودند، تولید اتیلن کاهش یافت که گزارش شد کاهش تولید اتیلن به دلیل ایجاد اتمسفر تغییریافته بود. پوشش‌دهی سطح میوه با ژل آلوئه‌ورا، مقاومت پوست میوه را به عبور گازها افزایش می‌دهد و با ایجاد اتمسفر تغییر می‌یابد؛ همچنین میزان تنفس را در میوه‌هایی مانند گیلاس، انگور، هلو و آواکادو کاهش می‌دهد. تأثیر مثبت پوشش‌های خوراکی نظیر ژل آلوئه‌ورا در کاهش تنفس به دلیل خاصیت هیگروسکوپی آن‌هاست که همچون مانعی بین میوه و محیط عمل کرده و سرعت نفوذ گازها و تبخیر آب را تا حد درخور توجهی کُند می‌کنند (Lakshmi *et al*., 2011).

در این پژوهش، اثر اسید سالیسیلیک در ترکیب با ژل آلوئه‌ورا بر بهبود عمر انباری و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوهٔ انگور بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

میوه‌های انگور قزل‌ازوم در مرحلهٔ رسیدن تجاری، هنگامی که ۸۰ تا ۹۰ درصد رنگ گرفته بودند و همچنین طعم مطلوب (نسبت قند به اسید بیشتر) و اندازهٔ مناسب داشتند، از باغی در اطراف دانشگاه ارومیه در مهرماه ۱۳۹۰ برداشت شدند. سپس با دقت و در زمان کوتاه به آزمایشگاه انتقال یافتند و تا زمان اعمال تیمار در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند. میوه‌هایی با اشکال غیرطبیعی حذف و میوه‌های سالم و یکنواخت انتخاب شدند. برای تهیهٔ ژل آلوئه‌ورا، برگ‌های بالغ و شاداب گیاه آلوئه‌ورا از بازار تهیه و پس از شست‌وشو با آب مقطر، اپیدرم بالایی برگ‌ها حذف شد و بافت گوشتی مورد نظر، که به صورت ژل در بین اپیدرم رویی و زیری برگ وجود دارد، به‌آرامی و به صورت لایه‌لایه به شکل ژله‌مانند استخراج شد. سپس ژل خارج‌شده با آب مقطر به نسبت‌های حجمی مورد نظر (۲۵ و ۳۳ درصد) رسانده شد (Chan, 2006).

تیمار با اسید سالیسیلیک و ژل آلوئه‌ورا

آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایهٔ طرح کاملاً تصادفی انجام شد و برای هر تیمار ۶ تکرار و در هر جعبه یک خوشهٔ انگور در نظر گرفته شد و درمجموع ۵۴ خوشه انگور به‌کار برده شد که در محلول با غلظت‌های صفر، ۱ و ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک با دمای محلول ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۳ دقیقه

در دمای اتاق غوطه‌ور شدند. برای تیمار با ژل آلوئه‌ورا هم از روش غوطه‌وری استفاده شد. بدین منظور نیز میوه‌ها به مدت ۳ دقیقه در محلول ژل آلوئه‌ورا با غلظت‌های صفر، ۲۵ و ۳۳ درصد غوطه‌ور شدند. میوه‌های شاهد نیز با آب مقطر تیمار شدند. سپس سطح میوه‌ها در هوای معمولی اتاق خشک شدند و در ظروف پلاستیکی یک‌بارمصرف قرار گرفتند و به سردخانه با دمای ۰/۵±۰ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد منتقل شدند. میوه‌ها به مدت ۴۵ و۹۰ روز در این شرایط نگهداری شدند و سپس مورد آزمایش قرار گرفتند.

pH آب میوه

برای اندازه‌گیری pH آب میوه از عصارهٔ صاف‌شدهٔ میوه استفاده شد و با استفاده از دستگاه pH متر مدلpH411 در دمای ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرائت شد (Zhao-liang *et al.*, 1998).

اسید کل

برای اندازه‌گیری اسید کل از روش تیتراسیون با محلول ۰/۱ نرمال NaOH تا رسیدن به pH=۸/۲ استفاده شد و نتایج برحسب گرم اسید تارتاریک (اسید غالب انگور) در ۱۰۰ گرم بیان شد. بدین منظور، ۵ میلی‌لیتر آب میوه با ۹۵ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و سپس تیتر شد (Ayala-Zavala *et al.*, 2007).

$$T.A = (\frac{S \times N \times F \times E}{C}) \times ۱۰۰$$

TA= مقدار اسیدهای آلی موجود در عصارهٔ میوه (ml/۱۰۰g)

S = مقدار NaOH مصرف‌شده (ml)

N = نرمالیته NaOH

F = فاکتور NaOH

C = مقدار عصارهٔ میوه (ml)

E = اکی‌والان اسید مورد نظر (اسید تارتاریک)

ویتامین ث

جهت اندازه‌گیری مقدار ویتامین ث از روش یدومتری استفاده شد و مقدار ویتامین ث برحسب میلی‌گرم اسید اسکوربیک در ۱۰۰ گرم نمونه با استفاده از فرمول زیر بیان شد (Cioroi, 2007).

$$F = \frac{A}{B \times N \times ۸۸/۱}$$

F= فاکتور مخلوط ید

A= مقدار اسید اسکوربیک خالص (میلی‌گرم)

B= مقدار مخلوط ید مصرف‌شده (میلی‌لیتر)

N= نرمالیتهٔ مخلوط ید

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصارهٔ میوه به روش فرپ (۱۹۹۶) انجام گرفت. به منظور تهیهٔ محلول پایهٔ ۳/۱ گرم استات سدیم[1] و ۱۶ میلی‌لیتر اسید استیک گلایسیال در یک لیتر آب مقطر حل شد و pH محلول در حدود ۳/۶ تنظیم شد (بافر استات). سپس ۳۱ میلی‌گرم TPTZ[2] در ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۴۰ میلی‌مولار حل شد و به منظور تهیهٔ محلول ۲۰ میلی‌مولار کلرید آهن[3]، ۵/۴۱ گرم کلرید آهن در یک لیتر آب مقطر حل شد. به منظور تهیهٔ محلول استاندارد از سولفات آهن[4] استفاده شد که ۰/۲۷۸ گرم سولفات آهن در یک لیتر آب مقطر حل شد و درنهایت محلول‌های استاندارد ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار (هفتگی تهیه شود) تهیه شد. محلول نهایی کار FRAP با مخلوط کردن ۲۵ میلی‌لیتر بافر، ۲/۵ میلی‌لیتر TPTZ و ۲/۵ میلی‌لیتر کلرید آهن آماده شد. سپس ۲۵۰ میکرولیتر از محلول کار داخل ظروف پلت ریخته شد و به آن ۱۰ میکرولیتر از عصارهٔ میوه (که حاوی ۲/۵ میلی‌لیتر عصاره و ۶ میلی‌لیتر بافر فسفات بود) اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس در اسپکتروفوتومتر در طول موج ۵۹۳ نانومتر میزان جذب خوانده شد و درنهایت با رسم منحنی استاندارد میزان آنتی‌اکسیدان کل برحسب معادل میلی‌مول آهن در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد (Benzie & Strain, 1996) $y= 0.000x+0.022$ R^2:0.998.

1. $C_2H_3NaO_2 .3H_2O$
2. 2,4,6, Tripyridyl-S-Triazin (TPTZ)
3. $FeCl_3. 6H_2O$
4. $FeSo_4.7H_2O$

کاهش وزن میوه

وزن میوه‌ها با ترازوی دیجیتالی مدل CANDGL300 با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد. برای این منظور، وزن میوه‌ها در روز برداشت و قبل از بسته‌بندی وزن شد و به میزان ۵۰۰ گرم درون هر جعبه قرار داده شد. طی روزهای مختلف نمونه‌برداری، یعنی ۱/۵ و ۳ ماه پس از انبارداری نیز، مجدداً وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد (Meng *et al*., 2007). درصد کاهش وزن بدین صورت محاسبه شد.

درصد کاهش وزن =

(وزن اولیه ـ وزن ثانویه) ×۱۰۰/وزن اولیه

فعالیت آنزیم کاتالاز

فعالیت آنزیم کاتالاز با اندازه‌گیری سرعت حذف پراکسید هیدروژن به روش بیرز و سیزر انجام شد. در ابتدا، پس از گرفتن آب میوه، ۰/۵ میلی‌لیتر داخل میکروتیوب ریخته شد و سپس ۱/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات به آن اضافه شد و مخلوط فوق در دستگاه سانتریفیوژ قابل تنظیم در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. پس از انجام‌دادن عمل سانتریفیوژ، ۵۰ میکرولیتر از قسمت عصارهٔ شفاف جدا و مجدداً ۲/۵ میکرولیتر بافر فسفات به آن اضافه شد و در داخل دستگاه اسپکتروفوتومتر قرار داده شد. پس از چند ثانیه، ۲۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن نیز اضافه شد و دوباره داخل دستگاه قرار داده شد و کاهش جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر در طول مدت ۳ دقیقه اندازه‌گیری شد. فعالیت ویژهٔ آنزیم کاتالاز به صورت واحد در هر میلی‌گرم پروتئین بیان شد که یک واحد کاتالاز یک میکرومول H_2O_2 را در هر دقیقه به آب و اکسیژن تبدیل می‌کند (Beers & Size, 1952).

آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسهٔ میانگین در سطح احتمال ۵درصد و با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج

pH آب میوه

pH آب میوه در طول دورهٔ انبارداری افزایش یافت (جدول ۱). اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد نسبت به ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد و تیمار شاهد pH کمتری داشتند و موجب حفظ بیشتر pH میوه شدند.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طی دورهٔ انبارداری کاهش یافت (جدول ۱). تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد نسبت به شاهد، موجب حفظ بهتر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی شدند.

فعالیت آنزیم کاتالاز

طبق جدول ۱، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در طی انبادارای کاهش یافت که تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد نسبت به اسید سالیسیلیک ۱ میلی‌مولار و شاهد میزان فعالیت کاتالاز بیشتری داشتند.

جدول ۱. مقایسهٔ میانگین‌های اثر متقابل اسید سالیسیلیک و ژل آلوئه‌ورا بر میزان pH آب میوه، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنزیم کاتالاز میوهٔ انگور قزل‌ازوم

تیمارها	pH	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	فعالیت آنزیم کاتالاز
شاهد	۳/۸۲b	۳۵۳۱/۳e	۴/۴۶e
ژل آلوئه‌ورا (۲۵٪)	۴/۶۵a	۴۸۱۰/۵d	۷/۳۹cd
ژل آلوئه‌ورا (۳۳٪)	۳/۴bc	۶۴۲۳c	۱۱/۹۵b
اسید سالیسیلیک (۱mM)	۳/۲۸cd	۴۲۳۵/۵de	۶/۴۶d
اسید سالیسیلیک (۱mM) و ژل آلوئه‌ورا (۲۵٪)	۳/۰۷cd	۵۹۳۹/۷c	۸/۷c
اسید سالیسیلیک (۱mM) و ژل آلوئه‌ورا (۳۳٪)	۳/۱۸cd	۷۷۹۹/۸b	۱۳/۱۳ab
اسید سالیسیلیک (۲mM)	۲/۸۸de	۶۴۲۱c	۱۴/۰۳a
اسید سالیسیلیک (۲mM) و ژل آلوئه‌ورا (۲۵٪)	۲/۲۸ef	۷۲۵۲/۲b	۱۱/۷۷b
اسید سالیسیلیک (۲mM) و ژل آلوئه‌ورا (۳۳٪)	۲/۶۱f	۸۵۲۸/۴a	۱۴/۱۷a

اسیدهای قابل تیتراسیون

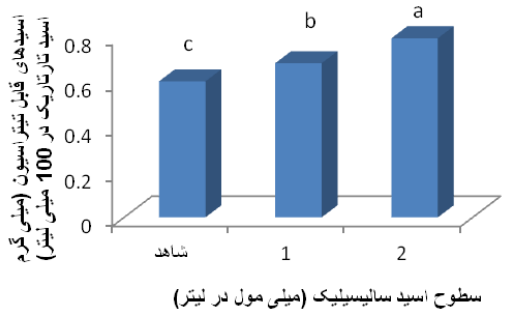
اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار نسبت به اسید سالیسیلیک ۱ میلی‌مولار و شاهد باعث حفظ اسیدیته شد (شکل ۱) و ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد نسبت به ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد باعث حفظ اسیدیته شد (شکل ۲).

ویتامین ث (اسید اسکوربیک)

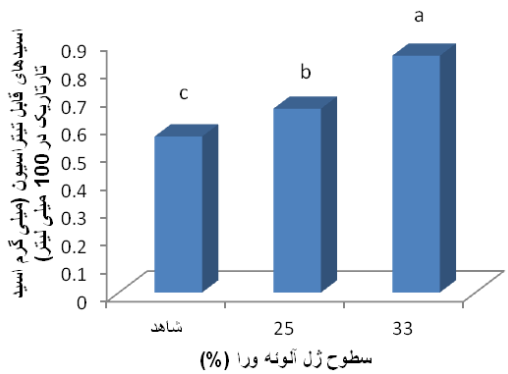
در طول دورهٔ نگهداری، میزان ویتامین ث روند کاهشی را نشان داد (شکل ۳) که اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار نسبت به ۱ میلی‌مولار در حفظ ویتامین ث مؤثرتر بود و کمترین آن مربوط به شاهد بود. شکل ۴ نشان می‌دهد که ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد باعث حفظ بیشتر ویتامین ث پس از ۴۵ روز انبارداری شد.

درصد کاهش وزن

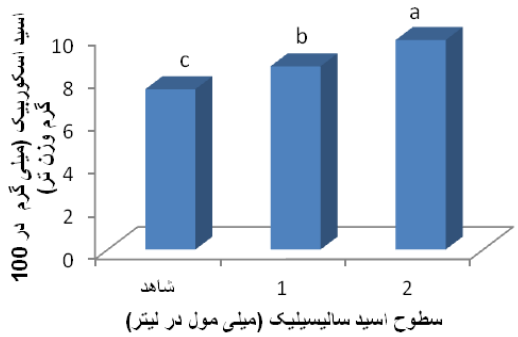
با توجه به شکل ۵، طی دوران نگهداری کاهش وزن روند افزایشی داشت که کمترین میزان درصد کاهش وزن در هر دو زمان نگهداری مربوط به ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد بود و این تیمار مانع از کاهش بیش از حد وزن میوهٔ انگور رقم قزل‌ازوم شد.



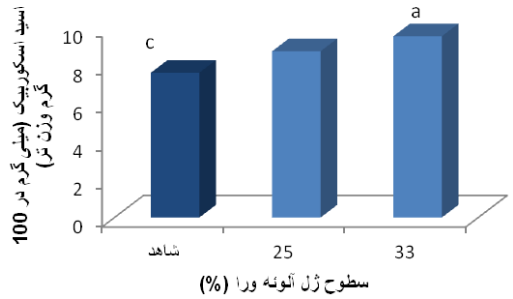
شکل ۱. اثر اسید سالیسیلیک بر میزان اسیدهای قابل تیتراسیون انگور رقم قزل‌ازوم



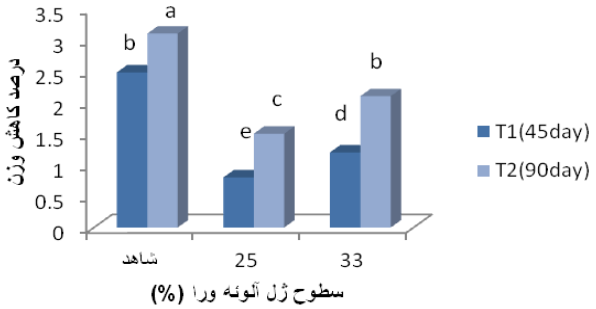
شکل ۲. اثر ژل آلوئه‌ورا بر مقدار اسیدهای قابل تیتراسیون انگور رقم قزل‌ازوم



شکل ۳. اثر اسید سالیسیلیک بر میزان ویتامین ث انگور رقم قزل‌ازوم



شکل ۴. اثر ژل آلوئه‌ورا بر مقدار ویتامین ث انگور رقم قزل‌ازوم



شکل ۵. اثر ژل آلوئه‌ورا و زمان نگهداری بر میزان درصد کاهش وزن انگور رقم قزل‌ازوم

بحث

تأثیر تیمارهای اسید سالیسیلیک در اغلب میوه‌ها بر تغییرات میزان pH معنادار نیست، ولی در میوهٔ انگور، به دلیل داشتن اسیدهای آلی بیشتر و تبدیل این اسیدهای آلی به ترکیبات دیگر نظیر قندها و نیز مصرف آن‌ها در فرایند تنفس و سایر فعالیت‌های متابولیکی، کاهش شدید در میزان اسیدهای آلی و درنتیجه افزایش در pH را در طول مدت نگهداری نشان می‌دهد. عاملی مانند تیمار اسید سالیسیلیک می‌تواند با کاهش تنفس و کندکردن فرایندهای متابولیکی سلول از کاهش این اسیدهای آلی تا حدودی جلوگیری کند که در بلندمدت (۳ماه) باعث تجمع اسیدهای آلی و پایین‌تر بودن pH عصارهٔ میوه می‌شود (Asghari & Shirzad, 2008). Sonego *et al.* (2002) گزارش کردند که پوشش‌دهی با ژل آلوئه‌ورا در میوهٔ انگور موجب حفظ اسیدهای قابل تیتراسیون می‌شود و میوه‌های شاهد میزان رسیدگی بیشتر و انبارمانی کمتری نسبت به میوه‌های پوشش‌دهی‌شده داشتند. در این پژوهش نیز، تیمار ژل آلوئه‌ورا مخصوصاً ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد نسبت به شاهد موجب حفظ اسیدهای قابل تیتراسیون شد.

همچنین تأثیر تیمارهای ترکیبی اسید سالیسیلیک و ژل آلوئه‌ورا نسبت به شاهد موجب حفظ بیشتر اسید شدند. کاربرد اسید سالیسیلیک تأثیر معناداری بر میزان اسیدهای آلی داشت که می‌تواند به دلیل تأثیر این ماده در کاهش میزان تنفس و تولید اتیلن باشد که به کاهش استفادهٔ اسیدهای آلی به‌عنوان سوبسترای تنفسی منجر می‌شود؛ به‌طوری‌که گزارش شده است اسید سالیسیلیک میزان تنفس را در بافت میوه‌های موز و هلو کاهش می‌دهد و بروز نقطهٔ اوج فرارگرایی را به تأخیر می‌اندازد (Han *et al.*, 2003)، در نتیجه موجب حفظ اسیدهای آلی در سطح بالاتری نسبت به شاهد می‌شود. نقش اساسی اسید سالیسیلیک در جلوگیری از کاهش وزن میوه‌ها بیشتر به دلیل جلوگیری از رشد قارچ‌ها و پوسیدگی است. از طرف دیگر، با جلوگیری از تولید اتیلن و نرم‌شدن میوه و با افزایش هورمون‌های اکسین و سایتوکینین موجب جوان ماندن سلول‌ها و تأخیر در وقوع پیری آن‌ها می‌شود (Zavala *et al.*, 2004; Overmyer *et al.*, 2003; Zhao-liang *et al.*, 1998). در بررسی انجام‌شده مشخص شد که میزان کاهش وزن در تیمار اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار نسبت به شاهد کاهش

معناداری را نشان می‌دهد. پوشش ژل آلوئه‌ورا به واسطهٔ ایجاد یک مانع در مقابل گازها از اتلاف رطوبت جلوگیری می‌کند و در تبادلات تنفسی تأثیر گذار است. تأثیر مثبت پوشش‌های خوراکی بر پایهٔ خواص هیگروسکوپیک است که قادر به تشکیل یک لایهٔ آب مانع‌شونده بین میوه و محیط است و از تبادلات گازی می‌کاهد (Morillon *et al.*, 2002). در بررسی انجام‌گرفته نیز تأثیر هر دو تیمار پوشش ژل آلوئه‌ورا ۲۵ و ۳۳ درصد در کم‌کردن کاهش وزن در مقایسه با شاهد معنادار بود. میوه‌ها و سبزی‌ها کاهش تدریجی اسید اسکوربیک را در طی دورهٔ نگهداری در سردخانه نشان می‌دهند (Tavarani *et al.*, 2008; Adisa, 1986). در این بررسی مشاهده شد که در تیمار اسید سالیسیلیک میزان ویتامین ث (اسید اسکوربیک) در سطح بالاتری نسبت به شاهد پس از ۴۵ روز نگهداری حفظ شد، ولی پس از ۹۰ روز نگهداری میزان ویتامین ث در تیمار اسید سالیسیلیک کاهش یافت. گزارش شده است که در میوه‌های انار تیمارشده با اسید سالیسیلیک میزان ویتامین ث در سطح بالاتری نسبت به شاهد پس از ۳ ماه نگهداری حفظ شده است (Sayyari *et al.*, 2009). به نظر می‌رسد اسید سالیسیلیک باعث افزایش تجمع H_2O_2 و برخی رادیکال‌های آزاد (ROS) در چند هفتهٔ اول می‌شود که این افزایش برای بیان ژن‌های عامل مقاومت به بیماری لازم است بعد از مدتی رادیکال‌های آزاد باید از سلول حذف شوند. ویتامین ث، که یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی مهم است، به‌منزلهٔ دهندهٔ الکترون به اکسیدان‌ها برای خنثی‌کردن رادیکال‌های آزاد مصرف می‌شود. علت کاهش ویتامین ث در درازمدت بر اثر تیمار اسید سالیسیلیک احتمالاً به‌دلیل این است. کاتالاز مهمترین آنزیم غیرسمی است که با دیگر آنزیم‌ها در چرخهٔ اسکوربات گلوتاتیون کار تصفیهٔ ROS را برعهده دارد. کاتالاز در پرکسی‌زوم سلول‌ها را از H_2O_2 به وسیلهٔ کاتالیزکردن آن و تجزیهٔ آن به O_2 و H_2O حفاظت می‌کند (Xu & Tian, 2008). اسید سالیسیلیک از فعالیت کاتالاز جلوگیری نمی‌کند و اسید سالیسیلیک می‌تواند فعالیت کاتالاز را در برگ‌های جو درمعرض پاراکوئات افزایش دهد. همچنین، اسید سالیسیلیک در غلظت ۲ میلی‌مولار بیان سطوح آنزیم کاتالاز را در گیلاس افزایش می‌دهد (Xu & Tian, 2008). در این بررسی نیز، اسید سالیسیلیک در غلظت ۲ میلی‌مولار موجب حفظ فعالیت آنزیم کاتالاز در میوهٔ انگور رقم قزل‌ازوم شد. اسید سالیسیلیک با فعال کردن نوعی مقاومت، به نام مقاومت اکتسابی سیستمیک، باعث افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز می‌شود (Sonego *et al.*, 2002; Srivastava *et al.*, 2000). اسید سالیسیلیک همچنین میزان هورمون‌های اکسین و سایتوکینین را افزایش می‌دهد (Asghari & Babalar, 2009). یافته‌های ما دربارهٔ افزایش در فعالیت آنتی‌اکسیدانی توسط افزایش غلظت اسید سالیسیلیک از ۱ میلی‌مولار به ۲ میلی‌مولار نتایج Zhao-liang *et al.* (1998) را تأیید می‌کند. گزارش کردند که در گیاه خیار (cucumber plants) اسید سالیسیلیک در غلظت ۲ میلی‌مولار بیشترین تأثیر را در افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی دارد. اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنولی است که پتانسیل بالایی را در تقویت و حساسیت کمتری را به ضایعات پس از برداشت نشان داد. همچنین Muhammad *et al.* (2009) گزارش کردند که میوه‌های هلوی شاهد نسبت به میوه‌های هلوی تیمارشده با ژل آلوئه‌ورا در روز هشتم نگهداری ۱۷درصد اسید اسکوربیک بیشتری داشتند و میوه‌های تیمارشده در مرحلهٔ رسیدگی کامل ۲۴درصد آنتی‌اکسیدان کمتری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند. اثر تیمار و زمان رسیدن بر اسید اسکوربیک و آنتی‌اکسیدان کل معنادار بود. همراه با آنتوسیانین‌ها، دیگر فلاونوئیدها، اسیدهای فنولی و ویتامین ث می‌توانند سلول را در برابر آسیب اکسیداتیو محافظت کنند (Asghari & Shirzad, 2008). در این بررسی نیز میوه‌های تیمارشده با ژل آلوئه‌ورا میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در مقایسه با شاهد بیشتر حفظ کردند.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش، تیمار اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و ژل آلوئه‌ورا ۳۳درصد در زمان ۴۵ روز انبارداری نسبت به سایر تیمارها موجب حفظ بهتر ویژگی‌های کیفی انگور رقم قزل‌ازوم شد.

سپاسگزاری

از کمک و همکاری صمیمانهٔ جناب آقای مهندس تقی‌لو، کارشناس محترم آزمایشگاه تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Asghari, M.R. & Shirzad, H. (2008). Application of postharvest salicylic acid in postharvest on quality properties, decay index and fruit storage in apple, pear and grape variety. *Final Report Research Project*, 87 pages.
2. Adisa, V.A. (1986). The influence of molds and some storage factors on the ascorbic acid content of orange and pineapple fruits. *Food Chemistry*, 22, 139-146.
3. Asghari, M.R. & Babalar, M. (2009). Use of salicylic acid to increase strawberry fruit total antioxidant activity. *Acta Horticulture*, 877, 1117-1122.
4. Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y., Wang, C.Y. & González-Aguilar, G.A. (2007). High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. *Food Technology and Biotechnology*, 45, 166-173.
5. Beers, R.F. & Sizer, I.W. (1952). Aspectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrigen peroxide by cabalase. *Biochemistry*, 95, 133-140.
6. Benzie, I.F. & Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76.
7. Chan, Z.L. & Tian, S.P. (2006). Induction of H2O2-metabolizing enzymes and total protein synthesis in sweet cherry fruit by *Pichia membranefaciens* and salicylic acid treatment. Postharvest *Biology and Technology*, 39, 314-320.
8. Choi, S., Son, B.W. & Son, Y.S. (2001). The wound-healing effect of a glycoprotein fraction isolated from *Aloe vera. British Journal of Dermatology*, 45, 535-545.
9. Cioroi, M. (2007). Study on L-ascorbic acid contents from exotic fruits. *Cercetari Agronomicin Moldova*, 1, 23-27.
10. Cordenunsi, B., Genovese, M., Nascimento, J., Hassimotto, N., Santos, R. & Laiolo, F. (2005). Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. *Food Chemistry*, 91, 113-121.
11. Crisosto, C.H., Garner, D. & Crisosto, G. (2002). High carbon dioxide atmospheres affect stored 'Thompson Seedless' table grapes. *Horticulture Science*, 37, 1074-1078.
12. Ergun, M. & Satici, F. (2012). Use of *Aloe vera* gel as blopreservantive for 'Granny Smith' and 'red Chief' apples. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22, 363-368.
13. Han, T., Wang, Y., Li, L. & Ge, X. (2003). Effect of exogenous salicylic acid on postharvest physiology of peaches. *Acta Horticulturae*, 628(628), 583-589.
14. Lakshmi, S., Abirami, L. S. S., Pushkala, R. & Srividya, N. (2011). Enhancement of storage life and quality maintenance of papaya fruits using *Aloe vera* based antimicrobial coating. Indian *Journal of Biotechnology*, 10(1), 83-89.
15. Martinez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J. M., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D. & Serrano, M. (2005). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatments: A new *edible coating. Postharvest Biology and Technology*, 114, 27-32
16. Meng, X., Li, B., Liu, J. & Tian, S. (2007). Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. *Food Chemistry*, 106, 501-508.
17. Morillon, V., Debeaufort, F., Blond, G., Capelle, M, & Voilley, A. (2002). Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: a review. Crit. Rev. *Food Science*, 42, 67-89.
18. Muhammad, J. A., Sigh, Z. & Ahmad, S. KH. (2009). Postharvest *Aloe vera* gel-coating modulates fruit ripening and quality of 'Arctic Snow' nectarine kept in ambient and cold storage. International Journal of *Food Science and Technology*, 44, 1024-1033.
19. Overmyer, K., Brosche, M. & Kangasjarvi, J. (2003). Reactive oxygen species and hormonal control of cell death. TREND *in Plant Science*, 8, 336-342.
20. Ranjbaran, E., Sarikhani, H., Wakana, A. & Bakhshi, D. (2011). Effect of Salicylic Acid on Storage Life and Postharvest Quality of Grape (*Vitis vinifera* L. cv. Bidaneh Sefid). *Laboratory of Horticultural Science*, 56, 263-269.
21. Raskin, I. (1992a). Salicylic, a new plant hormone. *Plant Physiology*, 99, 799-803.
22. Riaie, S. (2010). *Effect of Aloe vera gel and calcium chloride the storage life of peach fruit quality characteristics.* M.Sc. Thesis horticulture, Faculty of Agriculture, University of Urmia, 92 p. (in Farsi)

23. Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M. & Valero, D. (2009). Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 53, 152-154.
24. Sonego, L., Lurie, S., Zuthi, Y., Kaplonov, T., Ben-Arie, R. & Kosto, I. (2002). Factors affecting taste scores of early season seedless table grape cv. Mystery and Prime. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50, 544-548.
25. Srivastava, M.K. & Dwivedi, U.N. (2000). Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Science*, 158, 87-96.
26. Tavarani, S., Deglinnnocenti, E., Remorini, D., Massai, R. & Guidi, L. (2008). Antioxidant capacity ascorbic acid, total phenols and cartenoids changes during harvest and storage of Hayward kiwifruit. *Food Chemistry*, 107, 282le-288.
27. Xu, X. & Tian, S. (2008). Salicylic acid aviated pathogen–induced oxidative stress in harvested sweet cherry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 49, 379-385.
28. Zokaee Khosroshahi, M.R., Esna-Ashari, M. & Ershadi, A. (2007). Effect of exogenous putrescine on postharvest life of strawberry fruit. *Horticultural Science*, 114, 27-32.
29. Zhao-liang, L., Young-Bing, Y., Cheng-Lian, L., Zong-Xun, C. & Tsung-Hsum, T. (1998). Regulation of antioxidant enzymes by salicylic acid in cucumber leaves. *Acta Botanica Science*, 40(4), 356-361.
30. Zavala, J. F. A., Wang, S. Y., Wang, C.Y. & Aguilar, G.A.G. (2004). Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *Swiss Society of Food Science & Technology*, 39, 279-485.
31. Zhao-liang, L., Young-Bing, Y., Cheng-Lian, L., Zong-Xun, C. & Tsung-Hsum, T. (1998). Regulation of antioxidant enzymes by salicylic acid in cucumber leaves. *Acta Botanica Science*, 40(4), 356-361.
32. Zokaee Khosroshahi, M.R., Esna-Ashari, M. & Ershadi, A. (2007). Effect of exogenous putrescine on postharvest life of strawberry fruit. *Horticultural Science*, 114, 27-32.

Effect of Postharvest salicylic acid and *Aloe vera* gel on postharvest storage and antioxidant properties of Table Grape (cv.Gizel uz*um)*

Mohammadreza Asghari[1], Leila Ahadi[2*] and Sajjad Riaie[3]
1, 2, 3. Assistant Professor and Former M. Sc. Student, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran
(Received: Apr. 19, 2014 - Accepted: Oct. 4, 2014)

ABSTRACT

Because of the harmful effects of the chemicals on human health and environment, the use of these compounds is recently restricted and it is necessary to use the safe compounds in postharvest technology of fruits and vegetables. In this study, the effect of salicylic acid (SA; at concentrations of 0, 1, and 2 mMol L^{-1}) and *Aloe vera* gel (at concentrations of 25 and 33 %1) application on postharvest life and quality of grape cv. Gizel uzum was studied during storage at 0±0.5C with 90-95% RH for 45 and 90 days in Urmia university lab during October 2011. Experiment was based on completely randomized design with six replications fruit and each replicate contained fresh grapes. Quality characteristics, including pH, total acidity, vitamin c, antioxidant property, catalase activity, and percent weight loss were evaluated. Treatments of 33% *Aloe vera* gel and 2 mM salicylic acid could significantly maintain antioxidant activity by increasing catalase activity and had significant effect on organic acids, and vitamin c level, percentage of weight loss and the amount of fruit juice pH.

Keywords: catalase enzyme, *edible* coating, quality attributes, storage.

* Corresponding author E-mail: leilaahadi85@yahoo.com Tel: +98 9145192657